

DIAGNÓSTICO DE ELETROCUSSÃO EM AVES DE RAPINA – REVISÃO INTEGRATIVA

MADALENA MARQUES VALENTIM

Licenciatura em Enfermagem Veterinária

2020

Diagnóstico de Eletrocussão em Aves de Rapina

Relatório de estágio curricular do tipo II – Introdução às Atividades de I&DE/Revisão Bibliográfica Integrativa, apresentado para obtenção do grau de licenciado em Enfermagem Veterinária conferido pelo Instituto Politécnico de Portalegre

Orientador interno: _____ Laura Hernández Hurtado

Coorientador: _____ Carolina Balão da Silva

Orientador Externo: _____

Arguente: _____ Cheila de Matos David Granadeiro

Presidente do Júri: _____ Rute Guedes dos Santos

Classificação: 17 valores

Escola Superior Agrária de Elvas

2020

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Laura Hurtado, pela disponibilidade e ajuda durante o início e o final deste trabalho.

À minha co-orientadora, Professora Carolina Silva, pela disponibilidade, inestimável contribuição e compreensão pela dificuldade em finalizar este trabalho devido à minha saúde mental durante a pandemia.

A toda a equipa do RIAS, por me terem acolhido no centro de recuperação durante as duas semanas de estágio que me foram possíveis realizar, pelos conhecimentos transmitidos, pelos bons momentos passados, pela cedência de material para a realização deste trabalho e pela oportunidade de uma vida em estar presente numa libertação de Lince Ibérico.

À Dra. Filipa Lopes, do CERAS, pela cedência de material para a realização deste trabalho e pelos conhecimentos transmitidos.

Às minhas amigas da faculdade, Daniela, Sara, Madalena, Sofia e Marta, pela grande amizade ao longo destes três anos de universidade, pelos bons e maus momentos que passámos juntas, pelas aventuras, pelas noites mal dormidas a estudar e desesperar e pelas refeições em comunidade que acabavam sempre em maluquices.

Aos meus amigos da terrinha, com especial atenção à Catarina, à Laura, ao Zé, ao Teixeira e ao Bernardo, pela amizade, pela paciência durante os meus desesperos e pela ajuda na realização deste trabalho.

Ao Diogo, pelo carinho, pela ajuda emocional, pela companhia e presença nos bons e maus momentos.

Aos meus pais, por tudo o que fizeram e continuam a fazer, desde 1999.

Resumo

A eletrocussão é uma das principais causas de morte não natural em aves de rapina, devido ao número crescente de linhas elétricas, espalhadas por todo o mundo, que invadem o seu habitat. Muitas das espécies afetadas encontram-se ameaçadas, sendo importante não só evitar, mas também conseguir recuperar aves vítimas de eletrocussão. Ao tocar simultaneamente em dois ou mais fios eletrificados, a ave sofre diversas queimaduras ao longo do trajeto em que a corrente passa através do seu corpo. Em alguns casos, estas queimaduras não são visíveis logo após a eletrocussão, sendo importante a utilização de meios de diagnóstico que consigam detetar os danos elétricos, para que a ave receba o tratamento adequado atempadamente. Nesta revisão integrativa, através da seleção de critérios rigorosos, foram selecionados quatro artigos onde se analisaram os meios de diagnóstico na admissão das aves aos respetivos centros de recuperação e a sua utilidade nas decisões feitas ao longo da evolução de cada ave. Concluiu-se que a utilização da termografia infravermelha é importante na deteção das alterações de temperatura causadas por uma eletrocussão, no seguimento dos casos clínicos para acompanhar o processo inflamatório dos tecidos e evitar que estes sofram fibrose e calcificação e na redução do manuseamento durante o exame clínico e consequentemente a redução do stress, que é extremamente importante que se mantenha reduzido ao máximo nos animais selvagens. O exame oftalmológico é também importante para prevenir a evolução das cataratas, principalmente em casos em que existam lesões na cabeça. A necessidade de procurar melhorar o prognóstico de uma eletrocussão é importante para que se conserve, ao máximo, as espécies mais fortemente afetadas por esta problemática, principalmente aquelas que estão ameaçadas.

Palavras-chave: aves de rapina, eletrocussão, diagnóstico, revisão integrativa, termografia infravermelha, exame oftalmológico

Abstract

Electrocution is a major cause of unnatural death in birds of prey, due to the increasing number of power lines, scattered throughout the world, that invade their habitat. Many threatened species are affected; therefore, it is important not only to avoid, but also to recover birds victims from electrocution. By simultaneously touching two or more electrified wires, the bird suffers several burns along the path in which the current passes through its body. In some cases, these burns are not visible right after electrocution, being important the use of diagnostic means that are able to detect the electrical damages so that the bird receives the appropriate treatment in a timely manner. In this integrative review, through the selection of rigorous criteria, four articles were selected, where the means of diagnosis in the admission of birds to the respective recovery centers and if these were useful in the decisions made along the evolution of each bird were analyzed. It was concluded that the use of infrared thermography is important in detecting temperature changes caused by electrocution, on the follow-up of clinical cases to monitor the inflammatory process of tissues and prevent them from suffering fibrosis and calcification and in reducing handling during the examination and consequently the reduction of stress, which is extremely important to be kept at a minimum in wild animals. The ophthalmological examination is also important to prevent the evolution of cataracts, especially in cases where there are head injuries. The need to seek improvement on the prognosis of electrocution is important in order to preserve as much as possible the species most strongly affected by this problem, especially in threatened species.

Keywords: birds of prey, electrocution, diagnosis, integrative review, infrared thermography, ophthalmological examination

Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

g – gramas

IUCN – International Union for Conservation of Nature

LC – Pouco preocupante

RIAS – Centro de Recuperação e Investigação de Animais Selvagens da Ria Formosa

SJR – Scientific Journal Rankings

VU – Vulnerável

Índice Geral

Agradecimentos.....	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	iv
Índice Geral	v
Índice de Quadros.....	vi
Índice de Figuras	vii
1. Introdução e Objetivos	I
1.1. Contextualização	I
1.2. Identificação do tema	I
1.3. Seleção da questão.....	4
2. Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão.....	5
3. Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados.....	6
4. Categorização dos estudos selecionados	12
4.1. Estudo I – “Causes of Morbidity in Wild Raptor Populations Admitted at a Wildlife Rehabilitation Centre in Spain from 1995-2007: A Long Term Retrospective Study”	12
4.2. Estudo II – “Detection and Assessment of Electrocution in Endangered Raptors by Infrared Thermography”	13
4.3. Estudo III – “Presumptive Electric Cataracts in a Great Horned Owl (<i>Bubo virginianus</i>)” ...	18
4.4. Estudo IV – “Successful, Full-Thickness Skin Graft in a Bald Eagle (<i>Haliaeetus leucocephalus</i>)”	19
5. Discussão dos resultados.....	21
6. Conclusões.....	26
7. Bibliografia	27

Índice de Quadros

Quadro 1: Definição do tema, do problema e da pergunta à qual a pesquisa bibliográfica dará a resposta.	4
Quadro 2: Estudos pré-selecionados para a revisão integrativa.	7

Índice de Figuras

Figuras 1 e 2 – Análise térmica dos membros pélvicos da Águia-Imperial-Ibérica (<i>Aquila adalberti</i>) no dia de admissão.....	13
Figuras 3, 4 e 5 – Análise termográfica do membro pélvico direito e das asas da Águia-Imperial-Ibérica (<i>Aquila adalberti</i>) durante a reabilitação.....	14
Figuras 6, 7 e 8 – Análise térmica da extremidade pélvica esquerda e da cabeça do Quebra-Ossos (<i>Gypaetus barbatus</i>).....	15
Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 – Análise térmica e histológica do Quebra-Ossos (<i>Gypaetus barbatus</i>).....	16
Figuras 17, 18 e 19 – Análise térmica das extremidades pélvicas da Águia-Pesqueira (<i>Pandion haliaetus</i>).....	17
Figuras 20, 21 e 22 – Evolução das cataratas vacuolares dos globos oculares do Corujão-Da-Virgínia (<i>Bubo virginianus</i>).....	18
Figura 23 – Macho sub-adulto de Águia-De-Cabeça-Branca (<i>Haliaeetus leucocephalus</i>) com suspeita de eletrocussão por apresentar uma escara negra na parte dorsal da cabeça.....	19
Figuras 24, 25 e 26 – Evolução do tratamento da Águia-De-Cabeça-Branca (<i>Haliaeetus leucocephalus</i>).....	20

I. Introdução e Objetivos

I.1. Contextualização

O presente trabalho tinha inicialmente como objetivo a realização de um estágio de tipologia I “Acompanhamento do processo”, com um período de estágio de 4 meses realizado no RIAS – Centro de Recuperação e Investigação de Animais Selvagens da Ria Formosa, Olhão. No entanto, devido ao surto pandémico do vírus COVID-19 e à impossibilidade financeira de permanecer no local, o estágio teve de ser interrompido após 15 dias, pelo que se optou por uma alteração na tipologia do trabalho: tipo II “Iniciação a atividades de investigação e desenvolvimento”, realizando uma revisão integrativa sobre o diagnóstico de eletrocussão em aves de rapina.

A escolha do tema deveu-se ao grande interesse da aluna na área de animais selvagens, à necessidade de alertar para a problemática da eletrocussão em aves de rapina selvagens e à importância da rapidez no diagnóstico e tratamento de animais vítimas de eletrocussão.

I.2. Identificação do tema

Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento da requisição de energia elétrica, originando uma rede de linhas elétricas que está fortemente presente em toda a paisagem natural. Estas linhas têm um grande impacto sobre a biodiversidade, pois intervêm diretamente com a fauna e alteram a estrutura do habitat. Nas aves, esta problemática é ainda mais acentuada, pois as linhas são utilizadas como pontos estratégicos de caça, descanso e até mesmo de nidificação, colocando-as em risco elevado de eletrocussão. Esta é uma das principais ameaças à conservação de diversas espécies de aves de rapina a nível mundial, nomeadamente espécies com populações reduzidas, como são exemplo a Águia-Imperial-Ibérica e a Águia-de-Bonelli (Botelho, 2017). As aves de rapina pertencem às ordens *Accipitriformes*, *Falconiformes* e *Strigiformes*, e, em território português, existem cerca de 32 espécies diferentes (Botelho, 2017). Na Europa, 64% das espécies de aves de rapina que se encontram em perigo de extinção têm como principal causa de morte não natural a eletrocussão e o trauma da queda, como consequência da colisão com as linhas elétricas (Melero, et al., 2013).

A eletrocussão acontece quando uma ave entra em contacto simultaneamente com dois dispositivos ou fios eletrificados, ou quando interage com um fio de eletricidade e um fio aterrado ou um fio neutro (Harness, et al., 2001). Nas eletrocussões de alta voltagem, o contacto direto com as linhas elétricas não é requerido, bastando uma aproximação a um arco elétrico para que esta ocorra (DiMaio, et al., 2001 citado por Kagan, 2016). Um arco elétrico envolve a passagem de eletricidade através do ar, que, para além de poder provocar eletrocussão, também pode causar lesões através do calor, pois o arco pode alcançar temperaturas superiores a 2500 °C (Schulze, et al., 2016).

Os fatores de risco para a ocorrência de uma eletrocussão são: o tamanho corporal da ave, acontecendo sobretudo em aves grandes, tais como cegonhas, aves de rapina e corvídeos, já que pousam regularmente em apoios, ou aves em que a distância entre asas seja superior à distância entre as linhas de eletricidade; o seu habitat, sendo mais comum em zonas onde árvores e arbustos sejam escassos ou em locais com bastante abundância em alimento; o comportamento das espécies e dos indivíduos, que poderá fazer com que estes se concentrem em maior número perto de postes; a idade dos animais, na medida em que os mais jovens possuem menor experiência e agilidade a levantar voo e a pousar; a forma como as linhas elétricas estão configuradas, com pouco espaço entre as linhas ou com fios aterrados, e a existência de um clima húmido que aumenta a condutividade elétrica das penas (Avian Power Line Interaction Committee, 2006).

Quando uma ave funciona como veículo de passagem do circuito elétrico, o dano ocorre ao longo da zona por onde a corrente passou (Kagan, 2016). Pensa-se que a morte resulte da passagem de corrente através dos centros cardíacos e/ou respiratórios do cérebro ou diretamente através do coração (Kagan, 2016). Dependendo dos pontos de contacto, as paragens cardíaca ou respiratória podem ser causadas por danos no tronco cerebral, paralisia, espasmos musculares e/ou dano direto no coração (Cooper, et al., 1997; DiMaio, et al., 2001; Saukko, et al., 2004 citados por Kagan, 2016). É importante reconhecer que a falha cardiopulmonar pode não estar associada a uma queimadura visível, ou seja, lesões graves não significam um diagnóstico de eletrocussão (Kagan, 2016). Para além da paragem cardíaca e das queimaduras, a eletrocussão tem como complicações clínicas a efusão pericárdica e o edema pulmonar neurogénico, que causa dificuldade respiratória aguda (Graham, et al., 2007).

A nível celular, existem 2 tipos de dano eletrotérmico: o térmico, onde a corrente elétrica gera calor dentro dos tecidos; e a eletroporação, onde o campo elétrico formado abre poros nas membranas celulares (Kagan, 2016). As células mais afetadas pela eletroporação são aquelas com maior área de superfície, como os neurónios e os miócitos, podendo ser fatal quando danificadas na ausência de lesão térmica (Kagan, 2016). Apesar de existir sobreposição entre os dois tipos de lesões, é provável que a eletroporação ocorra ao longo do trajeto da corrente elétrica, enquanto as lesões térmicas são aleatórias, sendo habitualmente visíveis em áreas onde os tecidos têm maior resistência (não necessariamente diretamente ao longo do trajeto da corrente) (DeBono, 1999), tais como: osso, gordura, tendões e pele (Schulze, et al., 2016).

Para que exista bom prognóstico no tratamento e recuperação de uma ave eletrocutada, é importante que o seu diagnóstico seja feito o mais rápido possível (Melero, et al., 2013). Na admissão de aves vivas com suspeita de eletrocussão, é importante ter em conta a sua história pregressa (se esta foi encontrada perto de postes de eletricidade, embora possa ter como outras possíveis causas a colisão com linhas elétricas, envenenamento ou tiro); a existência de queimaduras nas penas e/ou na pele e fraturas de membros (devido à contração muscular causada pela corrente) (Kagan, 2016). As lesões estão principalmente localizadas nos membros torácicos e pélvicos, pois são estes os pontos que mais frequentemente entram em contacto com as infraestruturas elétricas. As queimaduras na pele não são, muitas vezes, facilmente visíveis no exame físico, por serem pequenas, focais e/ou camufladas pelas penas (Kagan, 2016), podendo apenas aparecer vários dias depois da eletrocussão. Isto dificulta o seu diagnóstico precoce e, conseqüentemente, o seu correto tratamento (Joseph, 1998 citado por Graham, et al., 2007), daí a importância da abordagem do tema no presente trabalho, pois a realização de um diagnóstico definitivo precoce aumenta a probabilidade de sobrevivência dos animais.

Nesta revisão integrativa analisar-se-ão alguns estudos, tendo em atenção os diferentes métodos de diagnóstico utilizados e a sua possível influência no prognóstico de cada ave de rapina vítima de eletrocussão.

1.3. Seleção da questão

Para a realização de uma revisão integrativa, foi necessário procurar, dentro do tema do diagnóstico de eletrocussão em aves de rapina, uma problemática que estivesse regularmente presente. A partir desse problema, foi criada uma pergunta à qual a pesquisa bibliográfica realizada vai tentar dar resposta. No quadro I estão representados o tema, o problema e a pergunta formulados na presente revisão integrativa.

Quadro I: Definição do tema, do problema e da pergunta à qual a pesquisa bibliográfica dará a resposta.

Tema	Problema	Pergunta
Diagnóstico de eletrocussão em aves de rapina	A eletrocussão numa ave de rapina causa diversos danos celulares graves, que podem passar despercebidos numa primeira abordagem. Contudo, muitos destes podem ser tratados com sucesso caso exista um diagnóstico precoce.	Que métodos de diagnóstico são os mais eficientes no diagnóstico precoce de eletrocussão em aves de rapina?

Os descritores utilizados foram: “electrocution” e “raptors”.

A estratégia de pesquisa consistiu em recorrer às seguintes bases de dados: Scopus (acedida a 12 de setembro de 2020), EBSCO (acedida dia 12 de setembro de 2020) e PubMed (acedida a 11 de setembro de 2020).

2. Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão

Para auxiliar na seleção dos estudos para a revisão integrativa, foram definidos alguns critérios, tanto de inclusão como de exclusão:

Critérios de inclusão:

- Data de publicação a partir de 2000;
- Presença das duas palavras-chave;
- Presença do documento em revistas com as categorias de medicina veterinária;
- O documento esteja presente numa revista indexada pelo Scientific Journal Rankings (SJR) (à exceção do ano 2020);
- O tipo de documento seja um artigo/relato de caso.

Critérios de exclusão:

- O documento não estar disponível em inglês ou português;
- Não ter como tema principal lesões provocadas por eletrocussão em aves de rapina;
- Não apresentar os métodos de diagnóstico utilizados para os casos de aves de rapina admitidas com vida.

3. Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados

Após uma pesquisa bibliográfica intensiva nas três bases de dados escolhidas, Scopus, PubMed e EBSCO, foram encontrados 21 documentos na PubMed, 118 documentos na EBSCO e 128 documentos na Scopus.

Foram pré-selecionados 17 estudos de acordo com os critérios de inclusão mencionados no capítulo anterior (presença das palavras-chave *electrocution* e *raptors*, que tenham sido publicados a partir do ano de 2000, presença do documento em revistas com as categorias de medicina veterinária, publicação em revista indexada pelo SJR (à exceção do ano 2020) e o tipo de documento ser um artigo/relato de caso) e através da rápida leitura do título e resumo de cada um. Os 17 estudos que cumpriam estes critérios encontram-se descritos no quadro 2 abaixo apresentado.

Quadro 2: Estudos pré-selecionados para a revisão integrativa.

Título do artigo	Detection and assessment of electrocution in endangered raptors by infrared thermography	Minimising mortality in endangered raptors due to power lines: the importance of spatial aggregation to optimize the application of mitigation measures	Predictive model of avian electrocution risk on overhead power lines	Lead and eagles: demographic and pathological characteristics of poisoning, and exposure levels associated with other causes of mortality
Autor/es	M. Melero, F. González, O. Nicolás, I. López, M. Á. Jiménez, S. Jato-Sánchez, J. M. Sánchez-Vizcaíno	F. Guil, M. Fernández-Olalla, R. Moreno-Opo, I. Mosqueda, M. E. Gómez, A. Aranda, A. Arredondo, J. Guzmán, J. Oria, L. Mariano	J. F. Dwyer, R. E. Harness, K. Donohue	J. C. Franson, R. E. Russell
Data	2013	2011	2014	2014
Base de dados	PubMed, Scopus, EBSCO	PubMed, Scopus, EBSCO	PubMed, Scopus,	PubMed, Scopus
Revista	BMC Veterinary Research	PLOS ONE	Conservation Biology	Ecotoxicology
SJR	0,861	2,425	2,966	1,239

Título do artigo	Solving man-induced large-scale conservation problems: the Spanish imperial eagle and power lines	Causes of morbidity in wild raptor populations admitted at a wildlife rehabilitation centre in Spain from 1995-2007: a long term retrospective study	Human-raptor conflict in rural settlements of Colombia	Genetic Signatures of Demographic Changes in an Avian Top Predator during the Last Century: Bottlenecks and Expansions of the Eurasian Eagle Owl in the Iberian Peninsula
Autor/es	P. López-López, M. Ferrer, A. Madero, E. Casado, M. McGrady	R. A. Molina-López, J. Casal, L. Darwich	J. S. Restrepo-Cardona, M. Á. Echeverry-Galvis, D. L. Maya, F. H. Vargas, O. Tapasco, L. M. Renjifo	E. Graciá, J. Ortego, J. A. Godoy, J. M. Pérez-García, G. Blanco, M. M. Delgado, V. Penteriani, I. Almodóvar, F. Botella, J. A. Sánchez-Zapata
Data	2011	2011	2020	2015
Base de dados	PubMed, Scopus, EBSCO	PubMed, Scopus, EBSCO	PubMed, Scopus	PubMed
Revista	PLOS ONE	PLOS ONE	PLOS ONE	PLOS ONE
SJR	2,425	2,425	—	1,427

Título do artigo	VIGILANCE POISON: Illegal poisoning and lead intoxication are the main factors affecting avian scavenger survival in the Pyrenees (France)	Current efforts to monitor and conserve the Eastern Imperial Eagle <i>Aquila heliaca</i> in Hungary	Successful, Full-Thickness Skin Graft in a Bald Eagle (<i>Haliaeetus leucocephalus</i>)	Poxvirus infection in a Steller's sea eagle (<i>Haliaeetus pelagicus</i>)	Mortality factors, helminth burden, and contaminant residues in white-tailed sea eagles (<i>Haliaeetus albicilla</i>) from Finland
Autor/es	P. Berry, L. Vilagines, J. Cugnasse, O. Mastain, J. Chollet, G. Joncour, M. Razin	A. Kovács, I. Demeter, I. Fatér, J. Bagyura, K. Nagy, T. Szitta, G. Firmánszky, M. Horváth	L. P. Kane, T. C. Shrader, R. C. Stice	K. Saito, M. Haridy, W. Abdo, A. El-Morsey, S. Kasem, Y. Watanabe, T. Yanai	O. Krone, T. Sjöernberg, N. Kenntner, F. Tataruch, J. Koivusaari, I. Nuuja
Data	2015	2008	2019	2019	2006
Base de dados	PubMed, Scopus	PubMed, Scopus	PubMed, Scopus,	PubMed, EBSCO	PubMed
Revista	Ecotoxicology and Environmental Safety	Ambio	Journal of Avian	Journal of Veterinary Medical Science	Ambio
SJR	1,197	0,891	0,36	0,524	0,976

Título do artigo	Presumptive electric cataracts in a Great Horned owl (<i>Bubo virginianus</i>)	Mercury residues in livers of bald eagles (<i>Haliaeetus leucocephalus</i>) found dead or dying in British Columbia, Canada (1987-1994)	Abnormal lead exposure in globally threatened Cinereous vultures (<i>Aegypius monachus</i>) wintering in South Korea	A sketch of the West Siberian avifauna based on a bibliographical review [Esquisse de l'avifaune de la sibérieoccidentale: une revue bibliographique]
Autor/es	D. D. Dees, N. E. MacLaren	S. A. Weech, L. K. Wilson, K. M. Langelier, J. E. Elliott	Dong-Ha Nam, Doo-Pyo Lee	Van Impe, J.
Data	2013	2003	2009	2013
Base de dados	PubMed	PubMed, Scopus	PubMed, Scopus	Scopus
Revista	Veterinary Ophthalmol	Archives of Environmental	Ecotoxicology	Alauda
SJR	0,464	1,359	1,38	0,246

Após uma leitura mais detalhada do resumo de cada artigo ou do trabalho na sua íntegra, foram aplicados, quando necessário, os critérios de exclusão: o documento não estar disponível em português ou inglês (como se verificou no estudo “A sketch of the West Siberian avifauna based on a bibliographical review”), ou o facto de o trabalho não ter como tema principal lesões provocadas por eletrocussão em aves de rapina e não apresentar os métodos de diagnóstico utilizados nos casos clínicos de aves de rapina admitidas com vida (como se verificou nos restantes 12 estudos excluídos). Desta forma, dos 17 estudos pré-selecionados, foram selecionados quatro para a revisão integrativa sobre o tema escolhido: o estudo I “Causes of Morbidity in Wild Raptor Populations Admitted at a Wildlife Rehabilitation Centre in Spain from 1995-2007: A Long Term Retrospective Study”, o estudo II “Detection and assessment of electrocution in endangered raptors by infrared thermography”, o estudo III “Presumptive Electric Cataracts in a Great Horned Owl (*Bubo virginianus*)” e o estudo IV “Successful, Full-Thickness Skin Graft in a Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*)”.

4. Categorização dos estudos selecionados

Por forma a facilitar a recolha de informação e a leitura da mesma, sintetizou-se a informação em subcapítulos. Em todos eles está presente o país em que o estudo foi realizado, a amostra utilizada (no caso do estudo I, é de notar que os animais que não sofreram eletrocussão foram excluídos), as espécies de aves de rapina e os meios de diagnóstico utilizados. Estão presentes também as lesões e os sinais clínicos que cada ave apresenta, assim como, quando presentes no artigo, a evolução e conclusão de cada caso clínico.

4.1. Estudo I – “Causes of Morbidity in Wild Raptor Populations Admitted at a Wildlife Rehabilitation Centre in Spain from 1995-2007: A Long Term Retrospective Study”

Este estudo faz uma análise retrospectiva, entre os anos 1995 e 2007, das causas de morbilidade em aves de rapina admitidas num centro de recuperação em Espanha. De todos os 7021 casos analisados, 281 tratavam-se de eletrocussões e estes afetaram as seguintes espécies: Açor (*Accipiter gentilis*), a ave de rapina diurna mais afetada no inverno; Gavião-Da-Europa (*Accipiter nisus*); Águia-Real (*Aquila chrysaetos*); Bufo-Pequeno (*Asio otus*); Mocho-Galego (*Athene noctua*); Bufo-Real (*Bubo bubo*), a coruja mais afetada; Águia-De-Asa-Redonda (*Buteo buteo*), a ave de rapina diurna mais afetada na época de reprodução; Águia-Cobreira (*Circaetus gallicus*); Falcão-Peregrino (*Falco peregrinus*); Falcão-Tagarote (*Falco subbuteo*); Peneireiro-Vulgar (*Falco tinnunculus*); Águia-De-Bonelli (*Aquila fasciata*); Águia-Calçada (*Hieraetus pennatus*); Milhafre-Preto (*Milvus migrans*); Milhafre-Real (*Milvus milvus*); Águia-Pesqueira (*Pandion haliaetus*); Bútio-Vespeiro (*Pernis apivorus*); Coruja-Do-Mato (*Strix aluco*) e Coruja-Das-Torres (*Tyto alba*).

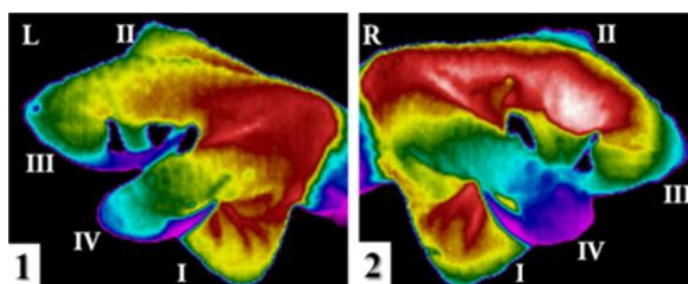
No momento de admissão, a anamnese e o exame físico (para observar a presença dos sinais clínicos típicos de eletrocussão: queimaduras elétricas afetando principalmente penas, pele e tecidos moles) foram os elementos utilizados para a realização do diagnóstico. Neste estudo não foram registadas as lesões que cada animal

apresentava nem as evoluções de cada caso clínico, pois apenas analisava os números, as espécies e as causas de morbidade das aves de rapina.

4.2. Estudo II – “Detection and Assessment of Electrocution in Endangered Raptors by Infrared Thermography”

Neste estudo foram abordados três casos clínicos, o primeiro de uma Águia-Imperial-Ibérica fêmea juvenil (*Aquila adalberti*), o segundo de um Quebra-Ossos fêmea adulta (*Gypaetus barbatus*) e o último de uma Águia-Pesqueira macho juvenil (*Pandion haliaetus*). O método complementar de diagnóstico utilizado nos três casos, para além da anamnese e do exame físico, foi a termografia infravermelha, uma técnica não-invasiva que utiliza termocâmaras para avaliar a temperatura dos tecidos, uma vez que após a eletrocussão ocorre, normalmente, uma diminuição da temperatura tissular antes de se observarem lesões macroscópicas (Merelo, et al., 2013).

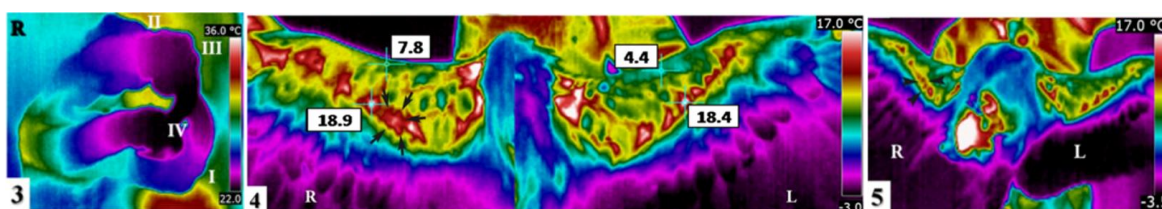
Aquando da admissão, através de um exame físico, a Águia-Imperial-Ibérica apresentava uma desidratação de 7%, estava deprimida, emaciada, apresentava arritmias e bradicardia. Apresentava também uma fratura radial proximal fechada na asa direita. Como meio complementar de diagnóstico, foi utilizada uma termocâmara de infravermelhos. No exame térmico realizado na admissão, o animal apresentava uma temperatura anormalmente baixa no dígito direito nº IV (figuras 1 e 2), em relação aos restantes, e tinha um aumento de temperatura na asa direita.



Figuras 1 e 2 – Análise térmica dos membros pélvicos da Águia-Imperial-Ibérica (*Aquila adalberti*) no dia de admissão.

(1) Vista lateral do membro pélvico esquerdo. (2) Vista lateral do membro pélvico direito em que os números romanos representam cada dígito (I – IV). (Fonte: Melero, et al., 2013)

A ave apenas apresentou lesões elétricas três dias após admissão. Após a realização da reabilitação e tratamento, o padrão térmico do dígito direito nº IV (figura 3) e da asa direita apresentavam-se cada vez mais semelhantes aos dos membros saudáveis (figura 4). Durante o teste de voo, a Águia-Imperial-Ibérica não foi capaz de voar durante mais de cinco segundos e apresentava um pequeno desvio para a direita. Através da termografia apurou-se que apresentava uma temperatura superior ao normal nas zonas do carpo e a articulação úmero-rádio-ulnar devido ao esforço feito pelos músculos que estiveram inutilizados durante a reabilitação devido à ligadura (figura 5). Nos testes de voo seguintes até à sua libertação, ambas as asas já apresentavam um padrão térmico semelhante. O animal foi libertado após seis meses do seu internamento.

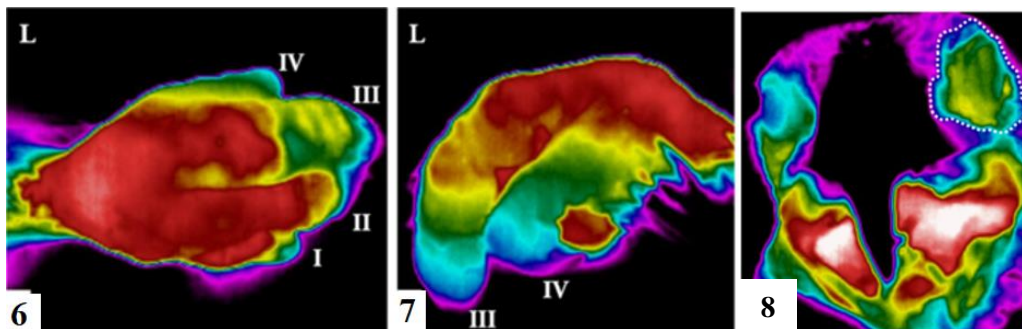


Figuras 3, 4 e 5 – Análise termográfica do membro pélvico direito e das asas da Águia-Imperial-Ibérica (*Aquila adalberti*) durante a reabilitação.

(3) Vista lateral do membro pélvico direito 35 dias depois da admissão em que os números romanos representam cada dígito (I – IV). (4) Vista ventral das asas após a remoção da ligadura. (5) Vista ventral das asas após o primeiro teste de voo.

(Fonte: Melero, et al., 2013)

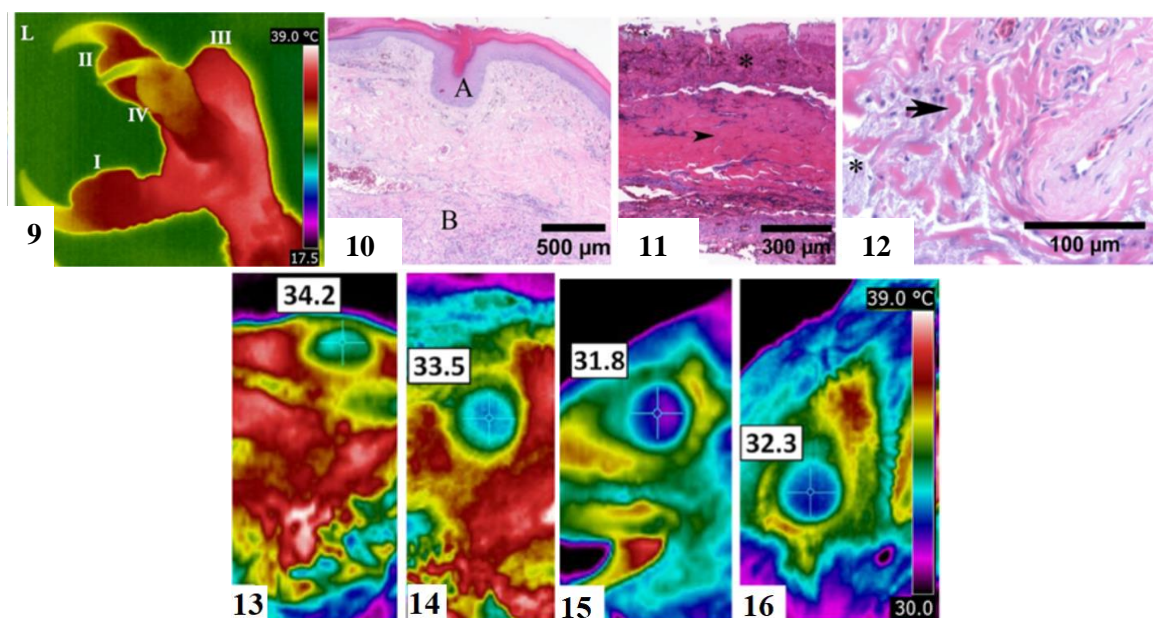
No segundo caso clínico descrito no estudo II, no exame físico realizado ao chegar ao centro de recuperação, o Quebra-Ossos apresentava uma condição corporal adequada, boa hidratação e estado mental alerta, no entanto apoiava a extremidade pélvica esquerda na face dorsal da mesma. No exame térmico realizado no dia seguinte, o animal apresentava um padrão térmico anormal na extremidade pélvica esquerda, com temperaturas baixas e com grandes diferenças de temperatura no interior do dígito nº III e menos acentuado no dígito nº IV, comparado com os restantes dígitos saudáveis (figuras 6 e 7). O globo ocular esquerdo apresentava uma temperatura alta e padrão térmico irregular e existia uma diferença de temperatura elevada entre o centro de ambas as córneas (figura 8).



Figuras 6, 7 e 8 – Análise térmica da extremidade pélvica esquerda e da cabeça do Quebra-Ossos (*Gypaetus barbatus*).

(6) Vista dorsal da extremidade pélvica esquerda alguns dias após admissão. (7) Vista lateral da extremidade pélvica esquerda alguns dias após admissão em que os números romanos representam cada dígito (I – IV). (8) Vista frontal da cabeça tirada alguns dias após admissão, onde o globo ocular esquerdo se encontra rodeado por uma linha pontilhada. (Fonte: Melero, et al., 2013)

Cinco dias após admissão, a condição das três falanges mais distais do dígito nº III pioraram, tendo a ave de ser submetida a uma amputação das mesmas. Foi efetuada uma análise histológica onde se observou uma grave necrose avascular cutânea subaguda e uma dermatite heterofílica (figuras 10 e 12), lesões estas compatíveis com queimaduras de 3º grau. Foi também observado um segmento amplo de uma necrose coagulativa de espessura total (figura 11), sugestivo de uma queimadura elétrica e não de calor. Após seis semanas de tratamento, os padrões térmicos do dígito esquerdo nº IV (figura 9) e do globo ocular esquerdo (figuras 13 e 14) apresentavam-se mais perto dos valores normais. A temperatura do dígito nº IV variava apenas 3.7°C e a diferença de temperatura intercorneal estava mais próxima à diferença de temperatura dos globos oculares de Quebra-Ossos saudáveis (figuras 15 e 16).



Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 – Análise térmica e histológica do Quebra-Ossos (*Gypaetus barbatus*).

(9) Vista lateral da análise térmica da extremidade pélvica esquerda do Quebra-Ossos (*Gypaetus barbatus*), três meses após admissão, em que os números romanos representam cada dígito (I – IV).

(10) Análise histológica do dígito nº III da extremidade pélvica esquerda com a epiderme dentro dos limites normais – A, e a derme com amplos segmentos lineares de células inflamatórias, fluídos de edema e segmentos de fibras de colagénio – B.

(11) Análise histológica do dígito nº III da extremidade pélvica esquerda com o segmento amplo de uma necrose coagulativa de espessura total com núcleos de queratinócitos esmagados – asterisco, e fibras de colagénio manchadas – seta.

(12) Análise histológica do dígito nº III da extremidade pélvica esquerda com detalhe de material mucinoso – asterisco, e fibras de colagénio manchadas – seta.

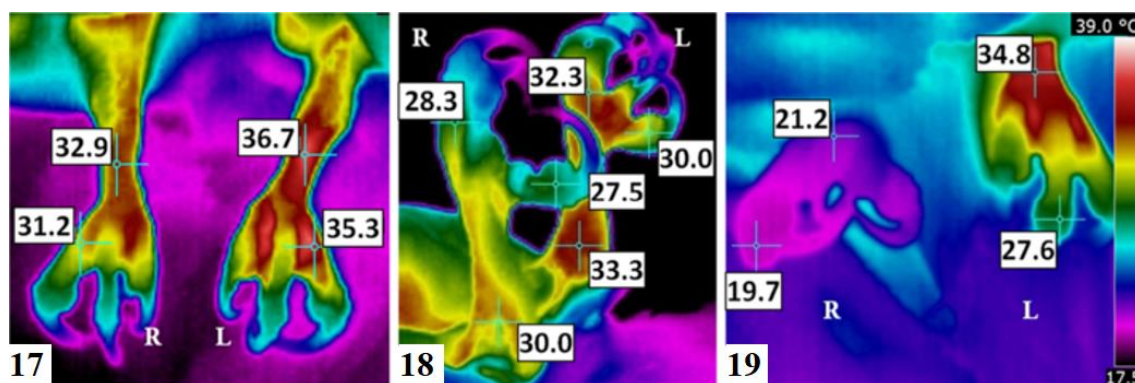
(13) Vista lateral da termografia do globo ocular esquerdo três meses após admissão do Quebra-Ossos (*Gypaetus barbatus*).

(14) Vista lateral da termografia do globo ocular direito três meses após admissão do Quebra-Ossos (*Gypaetus barbatus*).

(15) Vista lateral da termografia do globo ocular esquerdo de um Quebra-Ossos (*Gypaetus barbatus*) saudável.

(16) Vista lateral da termografia do globo ocular direito de um Quebra-Ossos (*Gypaetus barbatus*) saudável. (Fonte: Melero, et al., 2013)

O terceiro e último caso abordado no segundo artigo descrito trata-se de uma Águia-Pesqueira. No exame físico, apresentava uma fratura cominutiva exposta radial e ulnar da asa esquerda e no exame térmico apresentava uma grande diferença de temperatura entre ambas as extremidades pélvicas (figuras 17 e 18), temperaturas elevadas na área entre a articulação úmero-rádio-ulnar e o carpo da asa esquerda (coincidente com a fratura) e temperaturas baixas na região distal do carpo na mesma asa.



Figuras 17, 18 e 19 – Análise térmica das extremidades pélvicas da Águia-Pesqueira (*Pandion haliaetus*).

(17) Vista dorsal das extremidades pélvicas na primeira examinação. (18) Vista lateral direita das extremidades pélvicas na primeira examinação. (19) Vista dorsal das extremidades pélvicas no dia em que o animal foi eutanasiado. (Fonte: Melero, et al., 2013)

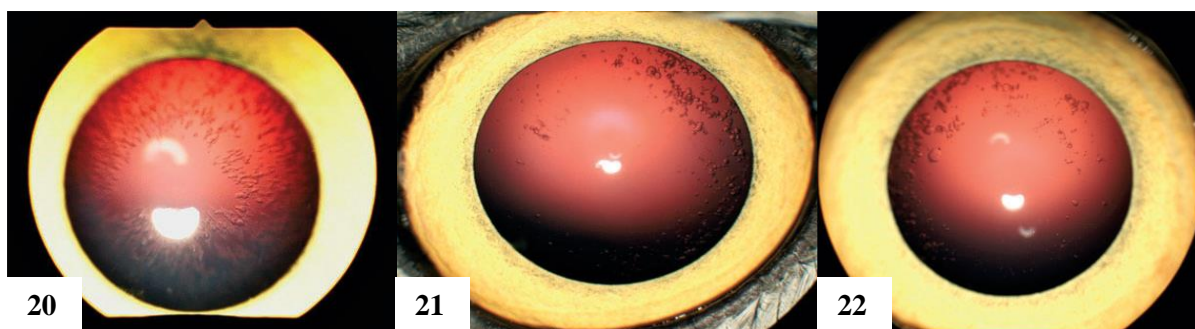
Oito dias após a admissão da ave, foi-lhe implementada cirurgicamente uma agulha intramedular no rádio e ulna esquerda. Após a cirurgia, a asa ficou edemaciada e o animal não se conseguia manter de pé devido à necrose neurovascular dos membros posteriores. O padrão térmico da asa acentuou-se e criou limites mais nítidos durante o tratamento. Acabou por ser eutanasiada doze dias depois da sua admissão, por necessitar de amputação dos membros posteriores (figura 19) e esta ser incompatível com os hábitos de caça e alimentação da espécie.

Através da necropsia e do exame histológico, foram observadas algumas lesões compatíveis com lesões elétricas, confirmando assim o diagnóstico de eletrocussão.

4.3. Estudo III – “Presumptive Electric Cataracts in a Great Horned Owl (*Bubo virginianus*)”

O terceiro estudo descreve uma fêmea juvenil de Corujão-Da-Virgínia (*Bubo virginianus*) que foi admitida num centro de recuperação após ter sido vista a voar contra uma linha elétrica e a cair no chão. No momento da admissão, foi realizado um exame físico onde se verificou uma condição corporal 3/5 e peso 1385g. O animal apresentava-se deprimido, mas responsivo, atáxico, sem capacidade para voar, com queimaduras significativas e penas chamuscadas no ouvido esquerdo, queimaduras na parte dorsal da pele da cabeça e com midríase bilateral.

A ave necessitou de tubo de alimentação devido à anorexia desenvolvida no início da reabilitação. Cinco dias após o acidente, foi realizado um exame oftalmológico que revelou midríase moderada, ausência do reflexo de ameaça, dificuldade em seguir objetos grandes e presença de cataratas vacuolares (figura 20) simétricas bilateralmente. Oito semanas depois, ocorreu uma resolução da midríase e uma resolução parcial das cataratas de ambos os globos oculares (figuras 21 e 22), e a ave já apresentava resposta de ameaça e facilidade em seguir objetos em movimento. Assim que o animal conseguiu alimentar-se autonomamente e as queimaduras cicatrizaram de forma adequada, este foi libertado.



Figuras 20, 21 e 22 – Evolução das cataratas vacuolares dos globos oculares do Corujão-Da-Virgínia (*Bubo virginianus*).

(20) Globo ocular direito cinco dias após eletrocussão, onde se observa a catarata vacuolar. (21) Globo ocular direito oito semanas após eletrocussão, onde se observa uma redução na densidade da catarata e a alteração da forma dos vacúolos. (22) Globo ocular esquerdo oito semanas após eletrocussão, com alterações semelhantes à do globo ocular direito. (Fonte: Dees, et al., 2013)

4.4. Estudo IV – “Successful, Full-Thickness Skin Graft in a Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*)”

O último artigo considerado para a presente revisão tratou de um macho sub-adulto de Águia-De-Cabeça-Branca (*Haliaeetus leucocephalus*) que foi encontrado incapaz de voar. O animal pesava 2350g, estava emaciado e tinha uma condição corporal de 1/5. No exame físico apresentava-se alerta, com os parâmetros vitais dentro dos intervalos de referência, com uma escara negra na parte mais dorsal da cabeça com comprometimento da epiderme, derme, periósteo e osso craniano compacto (figura 23) e uma escara negra e hemorrágica na parte mais medial da articulação fêmur-tíbia-rotuliana direita. A semelhança com lesões comuns de aves eletrocutadas levou à suspeita de eletrocussão.



Figura 23 – Macho sub-adulto de Águia-De-Cabeça-Branca (*Haliaeetus leucocephalus*) com suspeita de eletrocussão por apresentar uma escara negra na parte dorsal da cabeça.

(Fonte: Kane, et al., 2019)

Duas semanas após o tratamento inicial e a remoção da escara na cabeça, a ave apresentava crescimento de tecido de granulação rosado e osso esponjoso exposto (figura 24) e a ferida na articulação fêmur-tíbia-rotuliana direita estava completamente cicatrizada. Três semanas depois do desbridamento da ferida, o animal estava pronto para um enxerto de pele de espessura completa proveniente do lado medial do membro posterior esquerdo. Dez dias após a cirurgia, já apresentava vascularização quase completa e uma aceitação aproximadamente de 90% do enxerto de pele (figura 25). A incisão do membro posterior esquerdo estava praticamente curada sem qualquer complicação. O enxerto apresentava boa coloração e crescimento de novas penas às duas semanas (figura 26), permitindo que a ave fosse libertada três semanas depois.



Figuras 24, 25 e 26 – Evolução do tratamento da Águia-De-Cabeça-Branca (*Haliaeetus leucocephalus*).

(24) Tecido de granulação após remoção da escara da cabeça. (25) Dez dias após a cirurgia de enxerto de pele de espessura completa com 90% de aceitação do mesmo, onde a vascularização se apresentava quase completa e existia aderência do enxerto. (26) Duas semanas após o enxerto de pele de espessura completa, onde a seta indica o crescimento de novas penas. (Fonte: Kane et al., 2019)

5. Discussão dos resultados

O presente relatório visou focar-se no diagnóstico de casos de eletrocussão em aves de rapina. São diversos os casos de eletrocussão em que o diagnóstico feito através da anamnese e do exame físico é suficiente para chegar à conclusão de que se trata de eletrocussão. No entanto, em alguns casos, os sinais clínicos não são visíveis numa primeira abordagem, atrasando o seu diagnóstico definitivo e, consequentemente, piorando o prognóstico. Esta revisão teve como objetivo elucidar sobre os métodos mais eficientes no diagnóstico precoce de eletrocussão.

A pesquisa fez-se em três bases de dados diferentes: PubMed, Scopus e EBSCO. Foram encontrados um total de 267 artigos, com datas de publicação compreendidas entre 2000 e 2020 e com presença das palavras chave *electrocution* e *raptors*. Através da aplicação dos critérios de inclusão, foram pré-selecionados 17 artigos. Desses 17 trabalhos, através dos critérios de exclusão estipulados, apenas quatro foram selecionados para a revisão integrativa.

O primeiro artigo abordado trata-se de um estudo retrospectivo de morbilidade em aves de rapinas admitidas num centro de recuperação em Espanha entre os anos 1995 e 2007. Foi publicado na revista PLoS ONE que, no ano de publicação do artigo, apresentava uma indexação de 2,425 na SJR. O artigo analisa todas as diferentes causas de admissão no centro, tendo registado 281 casos de eletrocussão em várias espécies de aves de rapina, sendo o Açor (*Accipiter gentilis*) a ave de rapina diurna mais afetada no inverno, o Bufo-Real (*Bubo bubo*) a coruja mais afetada e a Águia-De-Asa-Redonda (*Buteo buteo*) a ave de rapina diurna mais afetada na época de reprodução (Molina-López, et al., 2011), estando as três espécies classificadas como pouco preocupante (LC) segundo a IUCN Red List of Threatened Species. A informação referente aos tipos de lesões e à evolução dos casos estudados não era mencionada e foi apenas com base na anamnese e no exame físico onde se procuravam sinais clínicos típicos de eletrocussão que se realizou o diagnóstico de eletrocussão (Molina-López, et al., 2011).

O segundo artigo relata três casos clínicos de aves de espécies diferentes, onde é utilizada a anamnese, o exame físico e a termografia infravermelha na deteção e avaliação de lesões elétricas, todos eles abordados num centro de recuperação em

Espanha. O relato de caso foi publicado em 2013 na revista BMC Veterinary Research cuja indexação era de 0,861 na SJR. A utilização da termografia deve-se ao facto de, na eletrocussão, os tecidos afetados apresentarem menor vascularização, inervação, hidratação e saturação de oxigénio, resultando numa redução da temperatura nas áreas afetadas (Renkielska, et al., 2005 e Tepper, et al., 2009 citado por Merelo, et al., 2013), permitindo assim obter mais informação sobre o estado dos tecidos quando as lesões não são visíveis. Este método tem também a vantagem de poder ser utilizada a grandes distâncias do animal (Mccafferty, 2007), reduzindo o seu stress e mantendo a segurança do técnico que realiza o exame e do próprio animal (Merelo, et al., 2013).

O primeiro relato descrito no segundo artigo analisado aborda um caso de uma Águia-Imperial-Ibérica (*Aquila adalberti*), classificada na IUCN Red List of Threatened Species como vulnerável (VU), que foi admitida com alguns sinais clínicos de eletrocussão e com uma fratura numa asa. A termografia realizada no mesmo dia identificou temperaturas abaixo do normal num dos dígitos, três dias antes do aparecimento das lesões elétricas. Estas lesões não foram descritas no artigo, mas, a partir da deteção precoce na termografia, foi possível efetuar um tratamento rápido das mesmas, permitindo a recuperação total da ave e a sua libertação após seis meses de recuperação (Merelo, et al., 2013). A termografia efetuada durante o tratamento também permitiu identificar na asa imobilizada uma assimetria térmica coincidente com uma retração do patagium (prega de pele entre as articulações escapulo-umeral e carpal com tendões que permitem flexionar a articulação úmero-radio-ulnar). Esta patologia é causada por longos períodos de imobilização, que produzem um aumento da vascularização e da inflamação na área (Merelo, et al., 2013). Caso não fosse detetada atempadamente e a asa continuasse imobilizada, levaria ao desenvolvimento de tecido fibroso e calcificações (Jato, et al., 2011 citado por Merelo, et al., 2013) o que, por conseguinte, dificultaria o voo da ave e impediria a sua libertação.

No segundo relato do segundo artigo, é descrito um caso de um Quebra-Ossos (*Gypaetus barbatus*), classificado na IUCN Red List of Threatened Species como vulnerável (VU), que foi admitido no centro de recuperação sem qualquer sinal clínico de eletrocussão, apenas apoiava um dos membros pélvicos na face dorsal do mesmo. No exame termográfico efetuado quatro dias depois, foram identificadas áreas do corpo que apresentavam um padrão térmico menor que o normal nesta espécie, nomeadamente nos dígitos esquerdos nº III e IV. Também foi possível observar um

aumento anormal da temperatura no globo ocular esquerdo. Cinco dias depois, o dígito nº III acabou por piorar o seu prognóstico e teve de se optar pela amputação do mesmo. Na histologia do dígito amputado, confirmaram-se as lesões provocadas por eletrocussão. Tanto o globo ocular como o dígito esquerdo nº IV acabaram por evoluir positivamente. O artigo não menciona se a ave acabou ou não por ser libertada para a natureza. A termografia conseguiu detetar precocemente a falta de simetria térmica entre ambos os dedos esquerdos, incluindo o pior prognóstico do dígito nº III, mesmo antes da amputação, evitando assim a disseminação do tecido necrosado para os restantes dedos. Para além disso, permitiu seguir a evolução do processo inflamatório das lesões.

O terceiro caso descrito no segundo artigo relata a evolução clínica de uma Águia-Pesqueira (*Pandion haliaetus*), classificada na IUCN Red List of Threatened Species como pouco preocupante (LC), que foi admitida com uma fratura radio-ulnar esquerda. A termografia permitiu identificar as áreas corporais com temperaturas baixas (as extremidades pélvicas e região distal do carpo esquerdo). Apesar das tentativas de recuperar o animal, através da resolução da fratura e do tratamento, o seu estado acabou por piorar. Na termografia realizada durante o tratamento, os limites das lesões ficaram mais marcados como resultado do agravamento do seu estado clínico e do manuseamento durante a cirurgia. Infelizmente, um dos membros pélvicos veio a deteriorar-se e, devido às necessidades que a espécie tem em ter ambos os membros pélvicos na sua vida selvagem, acabou por se decidir eutanasiar a ave (Melero, et al., 2013). Após realização da necrópsia e histologia foi confirmado o diagnóstico de eletrocussão, comprovando assim que as imagens obtidas na termografia auxiliaram na decisão da evolução do caso.

O terceiro artigo utilizado na presente revisão relata um caso de um Corujão-Da-Virgínia (*Bubo virginianus*), classificado pela IUCN Red List of Threatened Species como pouco preocupante (LC), admitido num centro de recuperação nos Estados Unidos da América. O documento foi publicado na revista Veterinary Ophthalmology no ano de 2013, cuja indexação da SJR era de 0,464. No momento de admissão, através da anamnese e exame físico, o animal apresentava sinais clínicos evidentes de eletrocussão, com queimaduras cutâneas e penas chamuscadas, não tendo sido submetido a outros meios de diagnóstico (Dees, et al., 2013). Procedeu-se ao devido tratamento e foram feitos exames oftalmológicos para avaliar as lesões oculares. Por apresentar lesões

elétricas na cabeça e apresentar sinais clínicos de alguma perda de visão, seria importante a realização de exames oftalmológicos, pois, tal como em grande parte dos casos de cataratas com origem numa eletrocussão em humanos, a corrente passa pela cabeça, perto dos globos oculares, desenvolvendo queimaduras elétricas (Reddy, 1999), sendo as primeiras alterações a serem detetadas uns finos vacúolos presentes por baixo da cápsula anterior no globo ocular mais próximo do local do choque elétrico (Grewal, et al., 2007), tal como neste Corujão-Da-Virgínia. As cataratas acabaram por reduzir ao longo do internamento, permitindo que a ave voltasse à natureza (Dees, et al., 2013).

No quarto e último artigo é abordado um caso clínico de uma Águia-De-Cabeça-Branca (*Haliaeetus leucocephalus*), classificada pela IUCN Red List of Threatened Species como pouco preocupante (LC), que deu entrada num centro de recuperação localizado nos Estados Unidos da América. O relato de caso foi publicado na revista *Journal of Avian Medicine and Surgery* com a indexação 0,36 na SJR. Através do exame físico realizado no momento de admissão, o animal apresentava muito má condição corporal e lesões típicas de eletrocussão na cabeça e na articulação fémur-tíbia-rotuliana. Não foram utilizados outros meios de diagnóstico na admissão para confirmar que o animal tinha sido vítima de eletrocussão. Através de um tratamento adequado e um enxerto de pele de espessura completa na cabeça, a ave foi libertada completamente recuperada (Fonte: Kane, et al., 2019).

A quantidade de estudos acerca do tema de diagnóstico de eletrocussão é muito reduzida e grande parte dos artigos que existem baseiam-se apenas na anamnese e no exame físico na admissão, como são exemplo os estudos I, III e IV. Salienta-se a elevada importância do estudo II, na medida em que utiliza, sempre que possível, a termografia infravermelha como meio de diagnóstico numa primeira abordagem. A utilização de uma termocâmara de infravermelhos é útil na deteção precoce de lesões elétricas que, muitas vezes, passariam despercebidas num simples exame físico. A termografia também se mostrou importante no acompanhamento do processo inflamatório das lesões que, após um tratamento atempado, evita que os tecidos sofram fibrose e degeneração por calcificação, que, uma vez instalados, seriam irreversíveis. Este método já é utilizado em medicina veterinária para o diagnóstico de lesões e patologias em cavalos (McCafferty, 2007). Para além disso, é utilizado no estudo do bem-estar em animais de produção, por se tratar de um método não invasivo (McCafferty, 2007). Isto é especialmente importante na recuperação de animais selvagens, na medida em que a termocâmara de

infravermelhos pode ser utilizada a vários metros de distância da ave, evitando o aumento dos níveis de stress do animal através do seu manuseamento durante o seu exame clínico e, por sua vez, facilitando a sua recuperação. Todos estes pontos são fundamentais para que seja possível a devolução das aves de rapina à natureza, que é o principal objetivo na recuperação da fauna selvagem.

Sugere-se que sejam desenvolvidos mais estudos sobre a utilização de termografia infravermelha no diagnóstico de eletrocussão, tanto em aves de rapina, como noutros animais, pois é o método menos invasivo, ao contrário da análise histológica. Desta forma, seria possível efetuar um tratamento sintomático adequado e atempado dos animais vítima de eletrocussão: a realização de fluidoterapia; a realização de pericardiocentese na efusão pericárdica; a administração de furosemida; sedação e suporte de oxigénio no edema pulmonar neurogénico quando este causa dificuldade respiratória aguda; a administração sistémica de antibióticos, antifúngicos e anti-inflamatórios não esteroides e a aplicação de tratamento tópico das feridas (Graham, et al., 2007), aumentando assim a taxa de sucesso em casos deste tipo.

6. Conclusões

Tendo em conta os aspetos observados nesta revisão integrativa, é necessário que a temática da eletrocussão seja abordada mais vezes em medicina veterinária, assim como é necessário o estudo da utilização de outros meios complementares de diagnóstico para o efeito, pois, na prática clínica, é comum que se foque mais nos métodos de diagnóstico tradicionais, como o exame físico.

Conclui-se também que a utilização da termografia infravermelha se mostrou relevante no que toca a diagnosticar precocemente aves de rapina com suspeita de eletrocussão, assim como na decisão célere e assertiva da abordagem clínica. Por ser um meio de diagnóstico não invasivo, a sua utilização beneficia muito a abordagem clínica, tanto em aves de rapina como noutros animais selvagens, pois o manuseamento durante o exame é muito reduzido, não o stressando e facilitando assim a sua recuperação. Contudo, para poder afirmar que a termografia infravermelha é um método em que se pode confiar, é importante que seja utilizado mais vezes em estudos nesta área.

Também é de frisar a importância do exame oftalmológico na suspeita de eletrocussão, principalmente quando a ave apresenta queimaduras elétricas e outras lesões na cabeça, pois é possível que a eletrocussão forme cataratas vacuolares que diminuam a sua visão, dificultando assim a sua libertação na natureza.

Por fim, a necessidade de procurar melhorar o prognóstico de uma ave de rapina eletrocutada deve-se à importância da conservação de todas as espécies afetadas, principalmente aquelas que se encontram ameaçadas. É importante que haja um esforço coletivo para preservar ao máximo cada espécime, evitando assim a extinção na natureza.

7. Bibliografia

- Avian Power Line Interaction Committee. (2006). *Suggested practices for avian protection on power lines: the state of the art in 2006*. Avian Power Line Interaction Committee.
- Botelho, A. E. S. S. (2017). *Alterações anátomo-patológicas em aves de rapina: estudo comparativo entre a eletrocussão e outras causas de ingresso em centros de recuperação* (Doctoral dissertation, Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária).
- DeBono, R. (1999). A histological analysis of a high voltage electric current injury to an upper limb. *Burns*, 25(6), 541-547.
- Dees, D. D., & MacLaren, N. E. (2013). Presumptive electric cataracts in a Great Horned owl (*Bubo virginianus*). *Veterinary ophthalmology*, 16(1), 73-76.
- Graham, J. E., & Heatley, J. J. (2007). Emergency care of raptors. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 10(2), 395-418.
- Grewal, D. S., Jain, R., Brar, G. S., & Grewal, S. P. S. (2007). Unilateral electric cataract: Scheimpflug imaging and review of the literature. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 33(6), 1116-1119.
- Harness, R. E., & Wilson, K. R. (2001). Electric-utility structures associated with raptor electrocutions in rural areas. *Wildlife Society Bulletin*, 612-623.
- Kagan, R. A. (2016). Electrocution of raptors on power lines: a review of necropsy methods and findings. *Veterinary Pathology*, 53(5), 1030-1036.
- Kane, L. P., Shrader, T. C., & Stice, R. C. (2019). Successful, Full-Thickness Skin Graft in a Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). *Journal of avian medicine and surgery*, 33(2), 184-188.
- Mccafferty, D. J. (2007). The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. *Mammal Review*, 37(3), 207-223.

- Melero, M., González, F., Nicolás, O., López, I., Jato-Sanchez, S., & Sánchez-Vizcaíno, J. M. (2013). Detection and assessment of electrocution in endangered raptors by infrared thermography. *BMC veterinary research*, 9(1), 1-7.
- Molina-López, R. A., Casal, J., & Darwich, L. (2011). Causes of morbidity in wild raptor populations admitted at a wildlife rehabilitation centre in Spain from 1995-2007: a long term retrospective study. *PLoS One*, 6(9), e24603.
- Reddy, S. C. (1999). Electric cataract: a case report and review of the literature. *European journal of ophthalmology*, 9(2), 134-138.
- Schulze, C., Peters, M., Baumgärtner, W., & Wohlsein, P. (2016). Electrical injuries in animals: Causes, pathogenesis, and morphological findings. *Veterinary pathology*, 53(5), 1018-1029.